

Л. В. Трубачева

L. V. Trubacheva

В. И. Корнев

V. I. Kornev

А. В. Трубачев

A. V. Trubachev

trub_av@mail.ru

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный
университет», г. Ижевск, Россия
Udmurt State University, Izhevsk, Russia

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
В ЭКОТЕХНОПАРКАХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
ACTUAL PROBLEMS OF CHEMICAL-ANALYTICAL CONTROL
IN ECOTECHNOPARKS FOR PROCESSING INDUSTRIAL WASTE**

Аннотация: В статье изложены задачи входного аналитического контроля в экотехнопарках по обработке, утилизации и обезвреживанию производственных отходов, приведена сравнительная характеристика современных методов определения в них содержания металлов и органических соединений, предложены новые подходы к исследованию химического состава жидких неорганических отходов I и II классов опасности на основе применения вольтамперометрии в смешанных водно-органических средах.

Abstract: The article describes the tasks of input analytical control in ecotechnoparks for processing, recycling and neutralization of industrial waste, provides a comparative description of modern methods for determining the content of metals and organic compounds in waste, and suggests new approaches to the study of the chemical composition of liquid inorganic waste of hazard classes I and II based on the use of voltammetry in mixed water-organic media.

Ключевые слова: Аналитический контроль, экотехнопарк, отходы, вольтамперометрия.

Keywords: Analytical control, ecotechnopark, waste, voltammetry.

Одним из приоритетов национального проекта «Экология» является эффективная утилизация и переработка отходов, в том числе производственных отходов I и II классов опасности. Решение этой задачи призвана обеспечить создаваемая в настоящее время в России система экотехнопарков. Поступающие на переработку в экотехнопарки промышленные отходы имеют различный морфологический и химический состав, при этом их смесевой характер оказывает существенное влияние на эффективность переработки, выбор

оптимального варианта которой во многом определяется установлением содержания тех или иных компонентов отходов в их смесях. Работа с опасными отходами требует обеспечение контроля содержания различных токсикантов (тяжелых металлов, других токсичных элементов, органических веществ), содержащихся в данных отходах. Для исследования состава и количественной оценки компонентов отходов применяют различные физико-химические методы анализа, обладающие различными метрологическими характеристиками. Для определения содержания неорганических компонентов используют, в основном, атомно-абсорбционную спектрометрию, фотометрию и инверсионную вольтамперометрию. Так, например, измерение массовой доли алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа и других элементов в отходах производства проводят с помощью атомно-абсорбционного метода с электротермической атомизацией [1], определение содержания кислоторастворимых форм кадмия, свинца, меди, цинка, висмута и других токсичных элементов в осадках сточных вод – с помощью методов инверсионной вольтамперометрии [2], измерение массовой доли анионов (фторидов, нитратов и других) – с помощью потенциометрического метода [3], для определения содержания органических составляющих в отходах применяют масс-спектрометрию, газовую и жидкостную хроматографию [5].

Эффективность применения тех или иных методик количественного химического анализа отходов во многом зависит от химического состава их матрицы, являющейся многокомпонентной системой, при этом оптимальные решения, позволяющие улучшить экспрессность, точность и селективность определения, могут вырабатываться как на основе реализации существующих, так и применении новых химико-аналитических способов. Одним из перспективных направлений в этой области является разработка методов вольтамперометрии с применением водно-органических растворителей с высокой сольватирующей способностью в качестве фоновых сред, позволяющих повысить селективность и точность определения аналитов в многокомпонентных системах [4]. Ранее такие фоновые среды для вольтамперометрического определения компонентного состава производственных отходов не применялись. Нами оценены возможности использования диетилсульфоксидсодержащих фоновых электролитов для вольтамперометрического определения содержания тяжелых металлов (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{2+}) в жидких неорганических отходах I и II классов опасности.

Установлено, что медь(II) в хлористоводороднокислых растворах ДМСО при соотношении компонентов ДМСО : 1 М НСl : H_2O = 3 : 3 : 4 (по объёму) восстанавливается на электроде, образуя максимум тока при потенциале -0,19 В (нас.к.э.), а никель(II) на фоне 1 М раствора хлорида калия, содержащего от 3 до 6 М ДМСО, восстанавливается на электроде,

образуя максимум тока в области потенциалов от -1,05 до -1,15 В. Линейные зависимости предельных токов меди(II) и никеля(II) от их содержания в анализируемом растворе сохраняется в пределах от $4 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Кислая часть жидких неорганических отходов, в которой необходимо контролировать содержание меди(II) и никеля(II), содержит серную кислоту и хлорид железа(III). Показано, что серная кислота не оказывает влияния на вольтамперометрическое поведение Cu^{2+} и Ni^{2+} в кислых диметилсульфоксидсодержащих электролитах, при этом мешающее влияние железа(III) можно устранить введением в анализируемый раствор сульфата натрия. Предложена методика одновременного вольтамперометрического определения меди(II) и никеля(II) в кислой части жидких неорганических отходов, заключающаяся в разбавлении кислой пробы отходов раствором хлорида калия, добавлении диметилсульфоксида и воды до необходимых соотношений и съемке вольтамперограммы в диапазоне потенциалов от -0,05 до -1,20 В. Расчет содержания компонентов ведут методом градуировочного графика. Для определения содержания хрома в жидких хромсодержащих отходах также можно применить диметилсульфоксидсодержащий фоновый электролит: хром(III) в хлористоводороднокислых водно-органических электролитах, содержащих ДМСО, восстанавливается на электроде с образованием максимума тока в области потенциалов от -0,9 до -1,1 В. Переведение хрома(VI) в хром(III) достигается добавлением в анализируемую пробу раствора сульфата натрия.

Таким образом, входной химико-аналитический контроль в экотехнопарках, специализирующихся на переработке производственных отходов, имеет важное значение для реализации оптимальных технологических процедур по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов, предложены новые эффективные методы такого контроля на основе применения смешанных водно-органических электролитов в качестве фоновых сред для прямого вольтамперометрического определения содержания меди(II), никеля(II) и хрома(III) в жидких неорганических отходах I и II классов опасности.

Список литературы

1. Природоохранный нормативный документ федерального уровня «Методика измерения массовой доли алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, стронция, титана, хрома и цинка в пробах отходов производства и потребления атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией» : ПНД Ф 16.3.85-17 (ФР.1.31.2016.25161). – URL: /www.normacs.ru. – Текст : электронный.

2. Природоохранный нормативный документ федерального уровня «Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм тяжелых металлов и токсичных элементов (Cd, Pb, Cu, Zn, Bi, Tl, Ag, Fe, Se, Co, Ni, As, Sb, Hg, Mn) в почвах,

грунтах, донных отложениях, осадках сточных вод методов инверсионной вольтамперометрии» : ПНД Ф 16.1:2:2:2:2.3.24-06 (ФР.1.31.2008.01734). – URL: www.normacs.ru. – Текст : электронный.

3. Природоохранный нормативный документ федерального уровня «Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-ионов в сточных, природных поверхностных и подземных водах потенциометрическим методом» : ПНД Ф 14.1:2:3.173-2000 (ФР.131.2005.01752). – URL: www.normacs.ru. – Текст : электронный.

4. *Трубачев, А. В.* Минерально-органические растворители в вольтамперометрии металлов / А. В. Трубачев, Л. В. Трубачева. – Ижевск : Удмурт. гос. ун-т, 2018. – 308 с. – Текст : непосредственный.

5. *Щепетова, В. А.* Современные методы оценки качества отходов / В. А. Щепетова. – Пенза : Пензен. гос. ун-т архитектуры и строительства, 2014. – 88 с. – Текст : непосредственный.